

日 本 国 特 許 庁  
PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

1999年 3月 8日

出 願 番 号

Application Number:

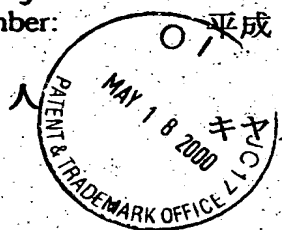
平成11年特許願第059541号

出 願

Applicant (s):

人

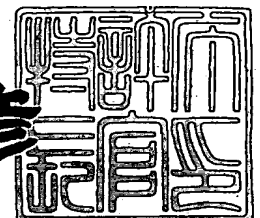
キャノン株式会社



2000年 3月31日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

近 藤 隆 彦



出証番号 出証特2000-3022369

【書類名】 特許願

【整理番号】 3791023

【提出日】 平成11年 3月 8日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 33/00  
H01S 3/18  
G02B 21/06

【発明の名称】 近視野光学系用光源装置、その製造方法、その使用方法  
、及びそれを用いた装置

【請求項の数】 31

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号 キヤノン株式会  
社内

【氏名】 尾内 敏彦

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号 キヤノン株式会  
社内

【氏名】 島田 康弘

【特許出願人】

【識別番号】 000001007

【氏名又は名称】 キヤノン株式会社

【代表者】 御手洗 富士夫

【代理人】

【識別番号】 100086483

【弁理士】

【氏名又は名称】 加藤 一男

【電話番号】 0471-91-6934

【手数料の表示】

【納付方法】 予納

【予納台帳番号】 012036

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9704371

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 近視野光学系用光源装置、その製造方法、その使用方法、及びそれを用いた装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 薄膜弾性体の一部に面型光デバイスを備え、該薄膜弾性体は、該面型光デバイスの機能層を成膜した第 1 の基板に支持されて且つ該機能層の一部を含む薄膜で構成されており、該薄膜弾性体上及び該第 1 の基板上に形成された電気配線を介して該面型光デバイスを駆動できる構成を有することを特徴とする近視野光学系用光源装置。

【請求項 2】 前記面型光デバイスは微小開口を備えた面型発光デバイスであり、該微小開口からエバネッセント光を発生させることを特徴とする請求項 1 記載の近視野光学系用光源装置。

【請求項 3】 前記面型光デバイスの機能層が半導体薄膜で構成され、該半導体薄膜をエピタキシャル成長する為の第 1 の基板を一部で除去することで該半導体薄膜の一部は薄膜化され、該薄膜化した半導体薄膜を含む構造体で形成した薄膜弾性体の上に、該半導体薄膜で構成した面型光デバイスを備えることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の近視野光学系用光源装置。

【請求項 4】 前記薄膜化した半導体薄膜は、エピタキシャル成長した最表面からも該半導体薄膜をエッチングすることで更に薄膜化され、該薄膜化した半導体薄膜を含む構造体で形成した薄膜弾性体の上に、該半導体薄膜で構成した面型光デバイスを備えることを特徴とする請求項 3 記載の近視野光学系用光源装置。

【請求項 5】 前記薄膜弾性体は、一部が前記面型光デバイスを構成するクラッド層を含むことを特徴とする請求項 3 または 4 記載の近視野光学系用光源装置。

【請求項 6】 前記薄膜弾性体は、一部が前記面型光デバイスを構成する半導体多層膜ミラーを含むことを特徴とする請求項 3 または 4 記載の近視野光学系用光源装置。

【請求項 7】 前記薄膜弾性体は、一部が前記面型光デバイスを構成する誘電体多層膜ミラーを含むことを特徴とする請求項 1 乃至 5 の何れかに記載の近視野

光学系用光源装置。

【請求項 8】前記面型光デバイスは半導体で構成された面発光レーザであることを特徴とする請求項 1 乃至 7 の何れかに記載の近視野光学系用光源装置。

【請求項 9】前記半導体薄膜は GaAs、AlGaAs、InGaAs のいずれか 1 つを少なくとも含む材料で構成され、前記第 1 の基板が GaAs であることを特徴とする請求項 3 乃至 8 の何れかに記載の近視野光学系用光源装置。

【請求項 10】前記半導体薄膜は GaN、AlGaN、InGaN のいずれか 1 つを少なくとも含む材料で構成されていることを特徴とする請求項 3 乃至 8 の何れかに記載の近視野光学系用光源装置。

【請求項 11】前記電気配線の一部に、導電性を持つ構造体で構成された前記薄膜弾性体を用いることを特徴とする請求項 1 乃至 10 の何れかに記載の近視野光学系用光源装置。

【請求項 12】前記微小開口は、該面型発光デバイスの光出力部に、微小開口を有する微小突起部材を備えて形成されたものあることを特徴とする請求項 2 乃至 11 の何れかに記載の近視野光学系用光源装置。

【請求項 13】前記微小開口は、該面型発光デバイスの光出力部に、該面型発光デバイスの機能層の最表面層で形成した微小突起の先端部以外の周囲を遮光層で覆うことで構成されていることを特徴とする請求項 2 乃至 11 の何れかに記載の近視野光学系用光源装置。

【請求項 14】複数の前記面型光デバイスが、共通の前記第 1 の基板で支持される複数の前記薄膜弾性体上に夫々配置されてアレイ化されていることを特徴とする請求項 1 乃至 13 の何れかに記載の近視野光学系用光源装置。

【請求項 15】複数の前記面型光デバイスが、1 つの前記薄膜弾性体上に複数配置されていることを特徴とする請求項 1 乃至 13 の何れかに記載の近視野光学系用光源装置。

【請求項 16】光検出器が、面型発光デバイスである前記面型光デバイスの機能層を成膜した前記第 1 の基板とは異なる第 2 の基板に形成されており、該面型光デバイスの光出力のうち、近視野光学系用に適した光源となる該面型光デバイスの面とは反対の面から出力される光をモニタできるようにアライメントされ

て、該面型光デバイスの機能層を成膜した該第 1 の基板と該第 2 の基板が貼り合わされていることを特徴とする請求項 1 乃至 1 5 の何れかに記載の近視野光学系用光源装置。

【請求項 1 7】前記光検出器は、前記第 2 の基板である S i 基板上の該面型発光デバイスからの光出力を検出できる位置に、ドーピング制御によりホトダイオードあるいは F E T として集積化されたものであることを特徴とする請求項 1 6 記載の近視野光学系用光源装置。

【請求項 1 8】前記光検出器は、前記第 2 の基板である S i 基板上の該面型発光デバイスからの光出力が検出できる領域に集積化した金属／半導体接触のショットキーバリア型光検出器であることを特徴とする請求項 1 6 記載の近視野光学系用光源装置。

【請求項 1 9】前記光検出器は、該面型発光デバイスと積層することで一体化しており、該一体化された光検出器及び面型発光デバイスが該薄膜弾性体上に備えられていることを特徴とする請求項 1 乃至 1 5 の何れかに記載の近視野光学系用光源装置。

【請求項 2 0】前記薄膜弾性体は、片持ち梁構造を有することを特徴とする請求項 1 乃至 1 9 の何れかに記載の近視野光学系用光源装置。

【請求項 2 1】前記薄膜弾性体は、その上面と下面には圧電材料層が形成されてバイモルフ構造にされ、両圧電材料層への電界印加によって該薄膜弾性体を微動調整できる構造或は該薄膜弾性体の微動を両圧電材料層に誘起される電荷で検出できる構造となっていることを特徴とする請求項 1 乃至 2 0 の何れかに記載の近視野光学系用光源装置。

【請求項 2 2】請求項 1 乃至 2 1 の何れかに記載の近視野光学系用光源装置の製造方法であって、面型光デバイスの機能層を第 1 の基板上に成膜して電流注入領域、電極構造を加工する工程と、該面型光デバイスの機能層を薄膜弾性体の構造体の形状にエッチングする工程と、該第 1 の基板を該面型光デバイスが形成された面とは反対側の面からエッチングする工程とを少なくとも含むことを特徴とする製造方法。

【請求項 2 3】請求項 1 6、1 7 または 1 8 記載の近視野光学系用光源装置

の作製方法であって、面型光デバイスの機能層を第 1 の基板上に成膜して電流注入領域、電極構造を加工する工程と、該面型光デバイスの機能層を薄膜弾性体の構造体の形状にエッチングする工程と、該第 1 の基板を該面型光デバイスが形成された面とは反対側の面からエッチングする工程と、該面型光デバイスが形成された面とは反対側の面において、該第 1 の基板と光検出器を表面に形成した第 2 の基板とを、該面型光デバイスの出力光を該光検出器で検出できる位置にアライメントして、接合する工程とを少なくとも含むことを特徴とする製造方法。

【請求項 2 4】前記面型光デバイスの光出射面に微小開口を形成する工程を更に含むことを特徴とする請求項 2 2 または 2 3 記載の製造方法。

【請求項 2 5】請求項 1 乃至 2 1 の何れかに記載の近視野光学系光源装置の使用方法において、面型光デバイスからエバネッセント光を媒体表面に照射して、媒体表面からの散乱光の強さによって変動する該面型光デバイスの電流或は両端電極間の電圧信号の検出を光情報の検出として用いることを特徴とする使用方法。

【請求項 2 6】請求項 1 乃至 2 1 の何れかに記載の近視野光学系光源装置の使用方法において、面型光デバイスからエバネッセント光を媒体表面に照射して、媒体表面からの散乱光の強さによって変動する該面型光デバイスの光出力を、該媒体表面とは反対側に備えてある光検出器によって電気信号に変換し、光情報の検出器として用いることを特徴とする使用方法。

【請求項 2 7】請求項 2 乃至 2 1 の何れかに記載の近視野光学系光源装置の使用方法において、微小突起部から導電性の媒体表面を通して面型光デバイスに電流注入することで、該媒体表面の状態によって変化する電流量で該面型光デバイスの光出力または該面型光デバイスの電流或は両端電極間の電圧が変化することを検出し、走査型トンネル顕微鏡として用いることを特徴とする使用方法。

【請求項 2 8】請求項 1 6 乃至 2 1 の何れかに記載の近視野光学系光源装置の使用方法において、微小突起部が媒体表面と原子間力相互作用することによって薄膜弾性体の変位するのを、前記第 2 の基板に形成された光検出器によって、該薄膜弾性体の変位により該面型光デバイスから放射される光出力の位置が変動することで検出し、原子間力顕微鏡として用いることを特徴とする使用方法。

【請求項 2 9】請求項 1 乃至 2 1 の何れかに記載の近視野光学系用光源装置の使用方法において、面型光デバイスから発生するエバネッセント光によって光情報記録媒体への高密度情報記録を行い、該光源装置を光情報記録装置として用いることを特徴とする使用方法。

【請求項 3 0】媒体表面からの散乱光の強さを検出することで情報再生を行うことを特徴とする請求項 2 9 記載の使用方法。

【請求項 3 1】請求項 1 乃至 2 1 の何れかに記載の近視野光学系用光源装置の使用方法において、面型光デバイスから発生するエバネッセント光によって光感光媒体への高精細パターン形成を行い、該光源装置を露光装置として用いることを特徴とする使用方法。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0 0 0 1】

本発明は、近視野光学顕微鏡、近視野光学系を用いた記録装置、露光装置などとして用いられるエバネッセント光出射用等の光源装置、その駆動方法、その製造方法、及び光情報記録装置、露光装置等としてそれを用いる方法などに関する。

##### 【0 0 0 2】

##### 【従来の技術】

最近、尖鋭なプローブ先端の微小開口から染み出すエバネッセント光を用いた光技術、いわゆる近視野（近接場またはニアフィールド）光学系を用いた高分解能観察や次世代用の高密度記録、超微細露光技術等の開発が盛んになってきている。高分解能観察に関しては、資料表面の様子を光プローブで検出して資料表面を調べる走査型近接場光顕微鏡（以下 SNOM と略す）（During et al., J. Appl. Phys., vol. 59, 3318 (1986) 等）が開発されている。SNOM 用の光導入装置については、例えば、特開平 5 - 1 0 0 1 6 8 号公報に開示されている。ここでは、図 1 0 のように、Si 基板 1 0 1 上に設けられた円錐形状部材の先端に微小開口 1 1 0 が形成され、Si 基板 1 0 1 の裏面側には開口部 1 0 2 が形成され、そこに光ファイバ 1 0 3 が挿入されて光ファイバ 1 0 3 を通して光を出射している。尚、図 1 0 において、1 0 7



は電極、108は光導波層、109は金属膜、111は反射防止膜である。

#### 【0003】

或は、図11のように、面発光レーザの出射端面に電極811による微小開口813を形成したものも提案されている。この例では、近接場光の導入装置のみを提供するものであって、像観察あるいは光情報読み出し用の光検出器については、別の光学系を設ける必要がある。尚、図11において、801はレーザ基板、802はバッファ層、803は半導体多層膜ミラー、804、808、809は電流狭窄用半導体層、805は活性層、806はクラッド層、807はコンダクト層、810は絶縁層、812はレーザ電極である。

#### 【0004】

更には、特開平8-306062号公報に開示されている如く、図12のように、端面発光型半導体レーザ201の片方の端面に楕円錐形状のプロープ203が形成され、これが白金電極210等で覆われて先端に微小開口が形成されている構造も提案されている。この例においては、半導体レーザ201のプロープが形成されていない端面に光検出器202を取り付けて、該半導体レーザ201の光出力を検出できるようになっている。すなわち、1つの光学系で、光導入装置と光信号読み出し装置を備えており、光情報の読み出し用のコンパクトな光ヘッドを提供している。尚、図12において、204はエバネッセント光、206は浮上スライダ、207は光記録媒体、209は光記録領域である。

#### 【0005】

##### 【発明が解決しようとする課題】

近接場光学系では微小開口から僅かに染み出るエバネッセント波を用いるため、光源の効率が要求され、低しきい値で量子効率の高い半導体レーザが必要となる。ところが、図10の如く光ファイバ103などで導波するものは結合損が生じて望ましくなく、また、図12のような端面発光レーザ201を用いたSNO Mヘッドでは、動作電流が大きいため、消費電力が高く、特にマルチ化には適さない。

#### 【0006】

更に、近接場光学系では、プロープを媒体表面に殆ど接触するような形で走査

するため、媒体表面の凹凸の存在を考えると、適当な弾性体によってプローブが支持されている必要がある。また、高速で走査するにはSNOMヘッドをアレイ化してマルチプローブで同時走査する必要も出て来るが、この際、各々のSNOMヘッドを別々の弾性体で支持して表面を倣うように走査を行わないと、媒体表面或はプローブ先端を破壊してしまう恐れがある。

## 【0007】

図10や図11のようなSNOMヘッドの場合、アレイ化するためには同一基板上に形成することになるが、これでは各々の微小開口部が同一平面上に存在することになるため、媒体表面に対して倣うように走査ができなくなる。また、光検出用の別の光学系を必要とするため、装置が大型化し、特にアレイ化した場合には、互い光の干渉や、観察点から検出系までの距離が離れることなどにより、検出信号の良好なS/Nを確保することが困難になっている。

## 【0008】

一方、図12のような端面発光型レーザのタイプでは、光検出系が一体化されているために小型化できるが、端面発光型レーザ1つ1つをアレイ化する場合には、各々を支持する弾性体が多数必要になってSNOMヘッド全体が大型化して重くなってしまい、やはり高速走査が難しくなる。

## 【0009】

本発明の目的は、このような課題に鑑み、近接場光学系用に適した光導入装置が小型の弾性体上に形成され、2次元等にアレイ化した場合にも小型、軽量で高速走査などが可能な近視野光学系用に適した光源装置、その製造方法、及び光情報記録装置、露光装置等としてそれを用いる方法などを提供することである。

## 【0010】

## 【課題を解決するための手段】

本発明の上記目的を達成する光源装置は、薄膜弾性体の一部に面型光デバイスを備え、該薄膜弾性体は、該面型光デバイスの機能層を成膜した第1の基板に支持されて且つ該機能層の一部を含む薄膜で構成されており、該薄膜弾性体上及び該第1の基板上に形成された電気配線を介して該面型光デバイスを駆動できる構成を有することを特徴とする。面型発光装置などの面型光デバイスの機能層を成

膜するための基板に支持されてしかも面型光デバイスの機能層を加工して構成された薄膜弾性体上に、該機能層を含む面型光デバイスを備える構造にすることで、簡単に同一基板上にアレイ化した小型のSNOMヘッドなどを実現でき、媒体表面を破壊することなく高速に走査ができる。こうして、光デバイスが弾性体に支持されて媒体表面に対して倏うように走査できる発光源や光検出器などの面型光デバイスを備えた近視野光学系用に適した小型の光源装置を提供できる。

#### 【0011】

上記の基本構成に基づいて、以下のような構成も可能である。

前記面型光デバイスは微小開口を備えた面型発光デバイスであり、該微小開口からエバネッセント光を発生させる様にできる。面型発光装置に微小開口を設けることでエバネッセント波の制御を行なって、高分解能の走査を行なえる。こうして、弾性体に支持された面型光デバイスから発生するエバネッセント光を制御して分解能を上げることができる近視野光学系用に適した小型の光源装置を提供できる。

#### 【0012】

前記面型光デバイスの機能層が半導体薄膜で構成され、該半導体薄膜をエピタキシャル成長する為の第1の基板を一部で除去することで該半導体薄膜の一部は薄膜化され、該薄膜化した半導体薄膜を含む構造体で形成した薄膜弾性体の上に、該半導体薄膜で構成した面型光デバイスを備える様にできる。面型光デバイスの機能層を半導体とすることで、発光効率が高く、加工精度の高いSNOMヘッドなどを実現できる。こうして、弾性体と光デバイスが複雑な工程なしに同一基板上に一体化して作製することのできる構造、材料を提供できる。

#### 【0013】

また、前記薄膜化した半導体薄膜は、エピタキシャル成長した最表面からも該半導体薄膜をエッチングすることで更に薄膜化され、該薄膜化した半導体薄膜を含む構造体で形成した薄膜弾性体の上に、該半導体薄膜で構成した面型光デバイスを備える様にもできる。こうしても、発光効率が高く、加工精度の高いSNOMヘッドなどを実現でき、弾性体と光デバイスが複雑な工程なしに同一基板上に一体化して作製することのできる構造、材料を提供できる。

## 【0014】

前記薄膜弾性体は、一部が前記面型光デバイスを構成するクラッド層を含んだり、一部が前記面型光デバイスを構成する半導体多層膜ミラーを含んだり、一部が前記面型光デバイスを構成する誘電体多層膜ミラーを含んだりする様にもできる。

## 【0015】

前記面型光デバイスは半導体で構成された面発光レーザである。SNOMベッドなどの光源を、例えば、微小開口を光出射面に持つ面発光レーザとすることで、エバネッセント波の強度を強くすることができる。こうして、SNOMヘッドなどから発生するエバネッセント光の強度を強くしかもエネルギー変換効率を高くできる。

## 【0016】

前記半導体薄膜はGaAs、AlGaAs、InGaAsのいずれか1つを少なくとも含む材料で構成され、前記第1の基板がGaAsである様にできる。GaAs基板上のAlGaAs/GaAs系あるいはInGaAs/AlGaAs/GaAs系とすることで、高効率な面型光デバイスを実現できる。こうして、本発明の光源装置に適した半導体材料の具体例を提供できる。

## 【0017】

また、前記半導体薄膜はGaN、AlGaN、InGaNのいずれか1つを少なくとも含む材料で構成されている様にもできる。GaN系材料を用いることで、光記録や露光装置に適した光源装置を提供できる。

## 【0018】

前記電気配線の一部に、導電性を持つ構造体で構成された前記薄膜弾性体を用いる様にもできる。導電性の機能層で構成した薄膜弾性体を面型光デバイスに電流注入或は電圧印加するための配線の一部として利用することで、電気配線を簡単に構成できる。こうして、SNOMヘッドなどの発光素子、受光素子等に電流注入或は電圧印加するための手段を提供できる。

## 【0019】

前記微小開口は、該面型発光デバイスの光出力部に、微小開口を有する微小突

起部材を備えて形成されたものある。先端に微小開口を有する四角錐状の金属薄膜などを面型発光装置の光出射面に圧着することで、SNOMヘッドなどを構成できる。こうして、エバネッセント波発生のための微小開口部を提供できる。

【0020】

また、前記微小開口は、該面型発光デバイスの光出力部に、該面型発光デバイスの機能層の最表面層で形成した微小突起の先端部以外の周囲を遮光層で覆うことで構成されている様にもできる。面型発光装置の機能層の最上層を微小突起形状に加工して、先端部以外を金属などの遮光層で覆うことで微小開口つきSNOMヘッドなどを実現できる。

【0021】

複数の前記面型光デバイスが、共通の前記第1の基板で支持される複数の前記薄膜弾性体上に夫々配置されてアレイ化されている様にもできる。同一支持基板上に複数のSNOMヘッドなどをアレイ化しておき、格子状等に該基板を除去すれば簡単に高密度にアレイ化された近視野光学系用光源装置が提供できる。この構成は、例えば、面型光デバイスと光検出器の各組が各薄膜弾性体上に設置された図5の構成の様にもできるし、面型光デバイスのみが各薄膜弾性体上に設置されて各光検出器は各面型光デバイスに対応して第2の基板上にアレイ化された図2の構成と図5の構成を組み合わせた構成の様にもできる。こうして、高速走査のためのマルチSNOMヘッド等を提供できる。

【0022】

複数の前記面型光デバイスが、1つの前記薄膜弾性体上に複数配置されている様にもできる。この構成は、例えば、面型光デバイスと光検出器の複数組が1つの薄膜弾性体上に設置された図4の構成の様にもできるし、複数の面型光デバイスのみが1つの薄膜弾性体上に設置されて複数の光検出器は面型光デバイスに対応して第2の基板上に配置された図2の構成と図4の構成を組み合わせた構成の様にもできる。1つの弾性体に、例えば、複数の微小開口を有する面型発光装置を備えることで、高密度の配列を実現でき、トラッキングや光検出用のヘッドを同時に備えることができる。

【0023】

光検出器が、面型発光デバイスである前記面型光デバイスの機能層を成膜した前記第1の基板とは異なる第2の基板に形成されており、該面型光デバイスの光出力のうち、近視野光学系用に適した光源となる該面型光デバイスの面とは反対の面から出力される光をモニタできるようにアライメントされて、該面型光デバイスの機能層を成膜した該第1の基板と該第2の基板が貼り合わされている構成にもできる。光検出器を別の基板に作製して、面型発光装置の光出力をモニターできる位置に基板同志を貼り合わせることで小型で発光素子、受光素子が一体化ないし集積化されたSNOMヘッドなどを実現できる。

## 【0024】

前記光検出器は、前記第2の基板であるSi基板上の該面型発光デバイスからの光出力を検出できる位置に、ドーピング制御によりホトダイオードあるいはFET（電界効果トランジスタ）として集積化されたものである様にもできるし、前記第2の基板であるSi基板上の該面型発光デバイスからの光出力が検出できる領域に集積化した金属／半導体接触のショットキーバリア型光検出器である様にもできる。また、前記光検出器は、該面型発光デバイスと連続した結晶成長によって積層されて一体化しており、該一体化された光検出器及び面型発光デバイスが該薄膜弾性体上に備えられる様にもできる。

## 【0025】

前記薄膜弾性体は、例えば、片持ち梁構造を有する様にできる。

## 【0026】

また、前記薄膜弾性体は、その上面と下面には圧電材料層が形成されてバイモルフ構造にされ、両圧電材料層への電界印加によって該薄膜弾性体を微動調整できる構造或は該薄膜弾性体の微動を両圧電材料層に誘起される電荷で検出できる構造となっている様にもできる。

## 【0027】

本発明の上記目的を達成する近視野光学系用光源装置の製造方法は、面型光デバイスの機能層を第1の基板上に成膜して電流注入領域、電極構造を加工する工程と、該面型光デバイスの機能層を薄膜弾性体の構造体の形状にエッチングする工程と、該第1の基板を該面型光デバイスが形成された面とは反対側の面からエ

エッチングする工程とを少なくとも含むことを特徴とする。面型光デバイスを加工して、該装置を構成する機能層を、例えば、カンチレバーの形状にエッチングして加工してから微小開口部を形成し、該機能層を成膜した基板を裏からエッチングして、該カンチレバーの形状に加工した部分をフリーにすることで薄膜弾性体に面型光デバイスが搭載された SNOM ヘッドなどが作製できる。

## 【 0 0 2 8 】

また、本発明の上記目的を達成する近視野光学系用光源装置の製造方法は、面型光デバイスの機能層を第 1 の基板上に成膜して電流注入領域、電極構造を加工する工程と、該面型光デバイスの機能層を薄膜弾性体の構造体の形状にエッチングする工程と、該第 1 の基板を該面型光デバイスが形成された面とは反対側の面からエッチングする工程と、該面型光デバイスが形成された面とは反対側の面において、該第 1 の基板と光検出器を表面に形成した第 2 の基板とを、該面型光デバイスの出力光を該光検出器で検出できる位置にアライメントして、接合する工程とを少なくとも含むことを特徴とする。こうしても、薄膜弾性体に面型光デバイスが搭載された SNOM ヘッドなどが作製できる。

## 【 0 0 2 9 】

本発明の光源装置は、以下の如き使用方法で或は装置として使用できる。面型光デバイスからエバネッセント光を媒体表面に照射して、媒体表面からの散乱光の強さによって変動する該面型光デバイスの電流或は両端電極間の電圧信号の検出を光情報の検出として用いる。面型光デバイスに電流注入して媒体表面にエバネッセント光を照射したときの戻り光によって該装置の電流或は両端電圧が変動するが、この信号を読み出すことで SNOM ヘッドなどとして駆動できる。こうして、SNOM ヘッドなどにより光情報を読み取るための駆動方法を提供できる。

## 【 0 0 3 0 】

面型光デバイスからエバネッセント光を媒体表面に照射して、媒体表面からの散乱光の強さによって変動する該面型光デバイスの光出力を、該媒体表面とは反対側に備えてある光検出器によって電気信号に変換し、光情報の検出器として用いる。面型光デバイスに電流注入して媒体表面にエバネッセント光を照射したと

きの戻り光によって光出力が変動するが、この信号を光検出器で読み出すことで SNOM ヘッドなどとして駆動できる。こうして、SNOM ヘッドなどにより光情報を読み取るための他の駆動方法を提供できる。

#### 【0031】

微小突起部から導電性の媒体表面を通して該面型光デバイスに電流或はトンネル電流を注入することで、該媒体表面の状態によって変化する電流量で該面型光デバイスの光出力または該面型光デバイスの電流或は両端電極間の電圧が変化することを検出し、走査型トンネル顕微鏡 (STM) として用いる。面型光デバイス上の微小突起を介して媒体表面に電流或はトンネル電流を流し、この電流の大きさによって、例えば、面型光デバイスの光出力の変化する信号を光検出器で読み出すことで、STM として駆動できる。こうして、SNOM ヘッド等を他の観察方法と併用して使用するときの駆動方法を提供できる。

#### 【0032】

微小突起部が媒体表面と原子間力相互作用することによって薄膜弾性体の変位するのを、前記第2の基板に形成された光検出器によって、該薄膜弾性体の変位により該面型光デバイスから放射される光出力の位置が変動することで検出し、原子間力顕微鏡 (AFM) として用いる。例えば、微小突起と媒体表面との原子間力相互作用でカンチレバーなどが変位するのを、近傍に一体化された光検出器により、面型発光装置のビームの偏向で読み出すことで、AFM として駆動できる (この変位は、薄膜弾性体を上記のバイモルフ構造やピエゾ抵抗体とすることによっても検出できる)。こうして、SNOM ヘッド等を他の観察方法と併用して使用するときの駆動方法を提供できる。

#### 【0033】

面型光デバイスから発生するエバネッセント光によって光情報記録媒体への高密度情報記録を行い、該光源装置を光情報記録装置として用いる。情報再生は、媒体表面からの散乱光と面型光デバイスとの相互作用により散乱光の強さを検出すること (これは、発光デバイスの出力のモニタで検出できるのは勿論であるが、或は発光デバイスの両端電圧または電流をモニタしても行なえる) で行える。こうして、SNOM ヘッド等で光情報の記録、再生を行なうことで、高密度、大



容量で高速走査が可能な光情報記録装置を実現できる。

【0034】

面型光デバイスから発生するエバネッセント光によって光感光媒体への高精細パターン形成を行い、該光源装置を露光装置として用いる。SNOMヘッド等で感光媒体を露光させることで、高速に超微細なパターンを焼き付けられる露光装置を実現できる。

【0035】

本発明の作用原理の典型例を具体例に沿って説明する。

本発明のSNOMヘッドは、例えば図1(a)のように、微小なカンチレバーと呼ばれる薄膜弾性体14の先端に、微小開口12を設けた面発光レーザ13などの光源を形成した構造のものである。面発光レーザ13を構成している成長層の一部をカンチレバー形状にパターニングして、さらに面発光レーザ13を形成した基板1を裏面からエッチングすることでフリーな状態にして、弾性体として作用させる。カンチレバー14の弾性定数等は、レバー部の成長層をエッチングする厚さ、レバーの形状等で制御することができる。これによって、使用時に光源部を媒体表面に対して倣うように走査することが可能になり、媒体表面あるいはSNOMヘッドなどを破壊することはない。

【0036】

微小開口12付き面発光レーザ13は、例えばGaAs基板1上に形成した図1(b)の断面図のような構造であり、微小開口12を持つ微小突起部材11を圧着することで形成できる。一方、図2のように半導体結晶20そのものを突起形状に形成して微小開口75を作ることもできる。

【0037】

この方法によれば、各々のプローブが独立に薄膜弾性体14に支持されて図5のように高密度にアレイ化することができ、しかも、図2のように光検出器基板21を貼り合わせれば、光源と光検出系が一体化された小型、軽量のSNOMヘッドなどを実現することができ、高速走査が可能となる。また、微小突起部を介して媒体との間にトンネル電流を流してSTMとして駆動したり、トンネル電流の大小によって面発光レーザの光出力の強弱を検出する新しい媒体観察／情報記

録再生方法を提供できる。

【0038】

一方、カンチレバーをSiNなどの絶縁体で構成して、光検出器は離れた位置に設置した図2のような構造でもよい。この場合は、レバーの変位を光検出器で検出する原子間力顕微鏡（AFM）としても動作させることができる。

【0039】

【発明の実施の形態】

以下に図面を参照しながら発明の実施の形態を詳細に説明する。

【0040】

（第1実施例）

本発明による第1の実施例は、図1（a）、（b）に示すように、面発光レーザー13のエピタキシャル層表面に微小開口を有する突起部材11を形成したものをカンチレバー14の先端に取り付けた構造のSNOMヘッド、及びその製造方法に関する。

【0041】

本実施例で適用した面発光レーザー13は、斜視図である図1（a）のA-A'断面図である図1（b）の断面図に示すように、AlGaAs/GaAs多重量子井戸活性層とAlGaAsスペーサ層からなる1波長共振器4をAlAs/AlGaAsの1/4波長厚の多層膜（20～30組程度）から成るDBR（分布反射）ミラー3（n型）及び5（p型）で挟む構造を有する。これらは、MOVPE（有機金属気相成長）法などによって半絶縁性のGaAs基板1上にエピタキシャル成長される。n-DBRミラー3とGaAs基板1の間には、GaAs基板1をエッチングするときのAlAsエッチングストップ層2があり、p-DBRミラー5の最上層は電極コンタクトを取り易いようにハイドロプのp-GaAs層（不図示）となっている。発光領域（本実施例では $15\mu\text{m}\phi$ ）に電流狭窄を行なうため、円環状に活性層近傍までエッチングした後、ポリイミド6で凹部を埋め込んで平坦化している。そして、SiN<sub>x</sub>等の絶縁膜7を形成して、光を取り出す窓構造をもつp電極（例えばCr/Auから成る）9を形成している。このp電極9は、図1（a）のように、絶縁膜7を介してレバー14上の配線

を兼ねている。一方、 $n$ 側の電極 10 は、 $n$ -DBRミラー層 3 の一部で  $n$ -AlGaAs 層とのコンタクトを取ることで構成している ( $n$ -AlAs 層では、その伝導帯のレベルと電極金属のそれとの差が大きくなり過ぎる)。

#### 【0042】

この面発光レーザ 13 の光出射面には、例えば、Au 箔で形成した四角錐の先端に微小開口 12 (約  $100\text{ nm}\phi$ ) を形成した突起部材 11 が金属同士の圧着により取り付けられる。該微小開口 12 からはエバネッセント波が漏れ出るようになっている。本実施例では突起状の微小開口付き突起部材 11 を用いたが、突起を圧着せずに光出射面全体を電極で覆って中央に微小開口を作製する形でもよい。

#### 【0043】

一方、この面発光レーザ 13 を支持するカンチレバー 14 は図 1 のように片持ち梁形状になっており、 $p$ -DBRミラー 5 及び活性層を含む共振器 4 を先端部を残してエッチングして、 $n$ -DBRミラー層 3 をレバー形状に加工している。GaAs 基板 1 をエッチングしてレバー 14 をフリーにすれば、図 1 に示すようなカンチレバー状の弾性体 14 とすることができる。レバー 14 にする  $n$ -DBRミラー 3 の厚さ及びレバーの平面形状によって、レバーの弾性定数等を制御することができる。

#### 【0044】

本実施例では、レバー 14 の幅を  $50\text{ }\mu\text{m}$ 、長さを  $100\text{ }\mu\text{m}$  とし、レバーとなる  $n$ -DBR層 3 の厚さを  $2\text{ }\mu\text{m}$  とした。この SNOM ヘッドをアレイ化した様子を図 5 に示す。横方向のピッチ  $W$  は  $100\text{ }\mu\text{m}$ 、縦方向のピッチ  $L$  はカンチレバーの長さ及び支えている基板 1 の領域があるため、 $500\text{ }\mu\text{m}$  とした。図 5 では  $n$  側の電極は図示していないが、 $n$ -DBRミラー層 3 をエッチングにより層分離して (図 5 の溝 19 で示す。この分離溝 19 は、行方向に繋がった  $p$  電極 9 に対して列方向に伸びていて列方向に並んだ面発光レーザ 13 の  $n$  電極を共通化している) マトリックス配線を絶縁膜 7 の下に形成しており、基板 1 の端で電極を取り出せるようにしている。このマルチ配列例では面発光レーザ 13 への電流注入は図 5 のようにマトリックス配線としたが、独立配線にしてもよい。この

場合は、n側電極3を共通にして、p側の電極9のみ独立配線にすればよい。このとき、n側の電極は、面発光レーザ13を成長する基板1としてn基板を用いて、基板の裏面から共通電極（図1（b）の電極15）として取り出してもよい。このとき図1の電極10は必要ない。

## 【0045】

次に、本実施例によるSNOMヘッ드의作製プロセスを図6を沿って説明する。この図では図1（a）で示したA-A'断面での図を表している。

## 【0046】

図6（a）において、半絶縁性GaAs基板1上に、 $0.1\mu\text{m}$ 厚のn-AlAsエッチストップ層2、n-AlAs/AlGaAs-DBRミラー3、AlGaAs/GaAs多重量子井戸活性層とAlGaAsスペーサ層からなる1波長共振器4、p-AlAs/AlGaAs-DBRミラー及びp-GaAsコンタクト層5をMOCVD（有機金属気相成長）法などにより成長する。次に、面発光レーザ13を作製する領域に内径 $15\mu\text{m}$ 、外径 $30\mu\text{m}$ のドーナツ状に、ホトリソグラフィー及び $\text{Cl}_2$ ガスによるRIE（反応性イオンエッチング）法などにより、活性層4近傍までエッチングして、エッチ部をポリイミド6によって平坦化する。

## 【0047】

図6（b）において、やはりホトリソグラフィー及び $\text{Cl}_2$ ガスによるRIE（反応性イオンエッチング）法などにより、カンチレバーの片持ち梁形状に成長層をAlAs層2が露出するまでエッチングする。このとき、エッチング深さの制御性を上げるために、AlAs層2が露出する直前でRIEエッチングを中断し、硫酸と過酸化水素水の混合液で、ウェットエッチングによって、AlAsで完全にエッチングを止める選択エッチングを併用してもよい。さらに、カンチレバーの先端の面発光レーザ領域以外の部分は、p-DBR層5及び共振器4を同様のエッチングにより除去し、さらに必要であれば、マトリックス配線の形（図5の説明参照）にn-DBR3をさらにエッチングしておく。

## 【0048】

次に、絶縁膜としてSiNx膜7を形成して、電極コンタクトを取る領域及び

GaAs 基板 1 を除去する領域のみホトリソグラフィーと CF<sub>4</sub> ガスを用いた RIE エッチングにより窓開けを行なう。n 側電極コンタクトを取り出す窓 60 では、n-DBR ミラー層 3 を構成する AlAs と Al 組成の低い AlGaAs のどちらが最表面に露出するかは RIE によるエッチング制御では難しいため、塩酸で AlAs 層を選択的にエッチングして AlGaAs を露出させておく。

## 【0049】

図 6 (c) において、リフトオフ法などにより光取り出し用の窓を設けた p 側電極兼配線 9 及び n 側電極兼配線 10 を形成する。次に、微小開口 12 付き突起部材 11 をアライメントして圧着する。

## 【0050】

ここで、微小突起部材 11 の作製方法を簡単に述べる。基板として Si (100) 基板を用い、熱酸化膜からなる 1 辺が 20  $\mu$ m の正方形のエッチング用窓を、ホトリソグラフィ及びフッ酸とフッ化アンモニウム混合液によるエッチングで形成する。そして、90℃に加熱した 30% 水酸化カリウム水溶液を用いた結晶軸異方性エッチングにより、(111) 面と等価な 4 つの面で囲まれた深さ約 14  $\mu$ m の逆ピラミッド状の凹部を形成する。次に、該マスク用の熱酸化膜を除去してから基板を 1000℃で再び熱酸化して、剥離層として二酸化シリコンを 400 nm 堆積する。その後、遮光層として Au を蒸着することによりピラミッド形状の Au 箔からなる微小突起部材 11 が形成できるが、蒸着源を基板に対して斜めにする事で、凹部の先端部分に Au の堆積しない部分が形成され、微小開口 12 が得られる。このとき、遮光層として Au を用いたが、Pt、W、Ti、Cr などの金属、或は半導体や誘電体を用いてもよい。

## 【0051】

次に、基板表面にはポリイミド層をスピンコートにより塗布して保護層を形成して、GaAs 基板 1 の裏面を必要であれば研磨してから、基板ホールエッチング用のマスクとして金属パターン 15 をリフトオフ法などで形成する。すでに述べたように n 側電極を分離する必要がない場合には、GaAs 基板 1 として n 型を用い、この金属パターン 15 そのものを n 側電極とすればよい。

## 【0052】

図6 (d)において、裏面の金属15をエッチングマスクにして、過酸化水素水とアンモニアの混合液を40℃に加熱してGaAs基板1をエッチングした後、塩酸でAlAsエッチングストップ層2を除去する。最後に、酸素プラズマRIEによるエッチングで上記表面保護層を除去して、カンチレバー型SNOMヘッドが完成する。

#### 【0053】

次に、本実施例によるSNOMヘッドの駆動方法を説明する。簡単に近接場光学顕微鏡として用いる場合には、本実施例による装置で面発光レーザを発振させてエバネッセント波を媒体表面に照射し、その散乱光を別の光学系で検出すればよい。しかし、この場合、光学系が大きくなり、S/Nも大きく取れないため、面発光レーザを光検出器としても併用する方法もある。すなわち、面発光レーザの注入電流をしきい値電流付近まで落とすと媒体の反射率によってレーザの発振状態が変化することを利用する。エバネッセント光の媒体表面での反射率が変動して、レーザへの戻り光量が増加すると、発振状態が大きく変化する。しきい値近傍で戻り光量が増大するとレーザの状態が不安定になり、戻り光の遅延時間に応じた振動が引き起こされる。このときレーザの光量が振動するが、レーザ注入電流も振動するため、レーザへの注入電流用の電極からDC成分をカットして信号を取り出せば、光情報を読み出すことができる。このレーザ発振光の変動はGaAs基板1側に出射される光を他の検出器でモニターして信号検出してもよい。

#### 【0054】

本実施例のSNOMヘッドでは、微小突起部材11とレーザ4のp電極9が導通しているために、媒体表面との電位差がある場合には動作がトンネル電流などで不安定になることがある。その場合には、導通しないようにp電極9と微小突起部材11の間に絶縁膜を設けてもよい。また、カンチレバー14先端の端面において面発光レーザ13から横方向に導波した光が出射されることがあり、光ノイズとしての影響が大きい場合には、端面に金属をコートあるいは誘電体による反射膜8を形成してもよい。

#### 【0055】

いままでの説明では1つのカンチレバー14に1つの面発光レーザ13を設ける場合であったが、図4のように1つのカンチレバー14上に複数の面発光レーザ13、微小開口付き突起部材11を設けることもできる。ここでは、面発光レーザ13を50  $\mu$ mピッチで2×2の2次元アレイ状に作製し、微小開口12を持つ突起部材11も同様にそれぞれの出射端に取り付け、4つのSNOMヘッドを1つのカンチレバー14に取り付けている。面発光レーザ13への配線は、n側電極はn-DBR3から共通電極44を形成し、p側電極40～43は4本形成して独立駆動できるようにしている。この場合は、レバー先端の幅は100  $\mu$ mになるが、弾性力を低減するために図4のように一部の幅を50  $\mu$ mに細くしてある。

## 【0056】

このような構造にすることにより、微小ピッチへの対応、高速動作などが可能となる。また、すべてをSNOM光源とせず、一部は、ホトダイオードのみにして読み出し専用として用いたり、トラッキング用光源などの別機能を持たせることもできる。

## 【0057】

本実施例によれば、簡単に小型で高効率のSNOMヘッドを作製することができる。このヘッドを用いて超分解能の像観察、光記録、露光などを行なうことができる。

## 【0058】

本実施例ではAlGaAs/GaAs系すなわち780～850nm帯の面発光レーザに適用したが、400nm前後のAlGaN/InGaN/GaN系、980nm帯のInGaAs/GaAs系、1.3～1.55  $\mu$ m帯のInGaAsP/InPやInGaNaAs/GaAs系など、あらゆる波長帯のものを用いることができる。さらには、効率は低下するが、低コスト化するために用途によっては、面型発光ダイオード（前記レーザ構造で多層膜ミラーを除いたようなもの）、あるいは半導体以外の材料も含めたEL（エレクトロルミネッセンス）素子等でもよい。

## 【0059】

また、カンチレバーとして長方形形状の片持ち梁構造を用いたが、台形形状等のものでもよいし、さらには弾性体を構成するものであれば、両持ち梁やクロス形状（クロス形状弾性体の交点の部分に面発光レーザが貼り付けられる）のもの、更にはヒンジ付きのもの（弾性体の根元部が1軸の周りで枢動可能であるもの）等でもよい。

## 【0060】

## （第2実施例）

本発明による第2の実施例は、図2に示すように結晶成長によって成長した層からエッチングによって先鋭化した構造体20を作製し、電極73を被せたあとにセルフアライン工程によって先端部だけ電極を除去して微小開口75を形成したものである。また、半導体レーザ13の基板1側に出力される光をモニターするためのホトダイオードをSi基板21上に形成して、この基板21をSNOMヘッドを形成したGaAs基板1とアライメントして貼り合わせることで、光検出系も一体化させている。

## 【0061】

この光検出器は、ノンドープのSi基板21上にn型拡散領域23及びp型拡散領域24を形成し、 $\text{SiN}_x$ 膜などの絶縁膜22を形成してからそれぞれの電極25、26を設けることで構成されている。この光検出器の配線はSNOMヘッドに対応して、マトリックス配線あるいは独立配線にすることもできる。

## 【0062】

このときレバー14を支持している基板1の厚さは研磨により $150\mu\text{m}$ 程度まで薄くしている。そのため、面発光レーザ13の出射角が立体角で約 $10^\circ$ 、出力端の窓径が $10\mu\text{m}$ とした場合に、受光面でのビーム径は約 $40\mu\text{m}$ 程度である。そこで、受光面の窓領域28は十分検出できる程度の $100\mu\text{m}$ としている。本実施例では、ホトダイオードとしてpin-PD構造としたが、APD（アバランシェホトダイオード）やMSM-PD（金属-半導体-金属ショットキー型ホトダイオード）あるいはFET（電界効果トランジスタ）型としてもよい。

## 【0063】



次に、セルフアライン工程による微小開口 75 の作製方法について図 7 に沿って説明する。図 7 (a) において、GaAs 基板 1 上の結晶成長は、第 1 実施例のレーザ構造 2~5 の上に、さらに連続して  $p\text{-Al}_{0.3}\text{Ga}_{0.7}\text{As}$  層 70 を  $1.5\text{ }\mu\text{m}$  成長しておく。第 1 実施例と同様にドーナツ状エッチングを行なってポリイミド 6 を埋め込むが、オーバーエッチを行なって、ポリイミド層 6 の最表面は  $p\text{-DBR}$  ミラー 5 の最上面近傍まで後退させておく。次に、面発光レーザ 13 の発光領域になる領域の中央に  $3\text{ }\mu\text{m}\phi$  のレジスト 71 をホトリソグラフィで形成する。

## 【0064】

図 7 (b) において、硫酸と過酸化水素水の混合液でウエットエッチングを行なうと、 $\text{AlGaAs}$  層 70 は、縦方向のエッチングと同時に横方向のエッチングも進み、特にレジスト 71 下部では最もエッチングが進むために先鋭化された突起部 72 が形成される。場合によってはレジスト 71 が剥がれることもある。 $p\text{-DBR}$  ミラー 5 の最表面である GaAs 層が露出したところでエッチングを止め、ポリイミド 6 をエッチングして平坦化する。エッチングの停止は、表面の干渉色を観察しておくことで精度よく行なうことができる。

## 【0065】

図 7 (c) において、第 1 実施例と同様に  $\text{SiN}_x$  7 形成と電極 73 形成を行なうが、 $p$  側電極 73 は微小突起部 72 の上にも形成しておく。

## 【0066】

図 7 (d) において、全面にレジスト 74 を塗布して、表面を酸素ガスによる RIE で僅かにエッチングすると、微小突起部 72 の先端のレジスト 74 の膜厚は薄くなっているために、この先端部だけセルフアライン的にレジスト 74 を除去することができる。そこで、このレジスト 74 をマスクとして、連続して Ar ガスによるイオンミリングによって電極 73 の先端部だけエッチングすれば微小開口 75 を作製することができる。

## 【0067】

その他の工程は第 1 実施例と同様である。

## 【0068】

ここで、本実施例によるSNOMヘッ드의駆動方法について図8を元に簡単に述べる。面発光レーザ13のp側電極73（図1の電極9）と光検出器のn側電極25が共通電極となってポイントAから電源Vccに接続される。面発光レーザのn側電極10はポイントBからレーザ駆動用のトランジスタ（図8でバイポーラ型を示したが、FETでもよい）に接続されている。そこで、LD電流制御回路で、入力信号に対してレーザ13に電流注入できるようになっており、エバネッセント光の出力制御ができる。一方、光検出器のp側電極26はポイントCから抵抗を介してグランドに接続され、ポイントCの電圧変化分を基準電圧86との比較で差動アンプの出力として信号を取り出す。

## 【0069】

媒体からの情報を取り出す場合には、第1実施例のようにレーザの電流をしきい値近傍にしておき、媒体からの戻り光で発振状態が変化したことを光検出器からの電圧信号で取り出すようにすればよい。これは、DC信号も読み取れる系であるが、コンデンサ結合にしてAC成分のみ取り出す系でもよい。また、S/N向上のために、レーザ13を一定の周波数で変調しておいて、同期検波による光検出を行なってもよい。

## 【0070】

このSNOMヘッドを用いてSTM（走査型トンネル顕微鏡）として動作させることもできる。すなわち、p側電極73はVccに接続せずに、媒体をVccに接続して微小突起部を通してレーザ13に電流注入するように駆動すると、微小突起部を通してトンネル電流を流すことができるが、このトンネル電流の強弱に応じて、面発光レーザ13の光出力が変化するという新しい媒体観察方法を行なうことができる。この場合、図8のポイントAが媒体と電極73の微小突起部の間のトンネルコンタクトで接続して駆動していることになる。

## 【0071】

その他にAFM観察を同時に行なうこともできる。カンチレバー14上の面発光レーザ13のビームがレバー14の変形によって偏向されることを利用する。この場合、光検出器の受光面の窓領域28を40 $\mu$ m程度に小さくしておいて、レバー14の撓みによってビーム位置が受光面からずれて光検出強度が減少する

ことから信号検出する。この信号は、ニアフィールド光の相互作用による面発光レーザ 13 の光出力変動で媒体表面の情報を検知する信号とは、周波数分離でアイソレートすることができる。すなわち、ビーム偏向による光信号の変動はレバー 14 のメカニカルな振動に相当しているため、面発光レーザ 13 の出力変動に比べると低周波の信号となっている。また、ビーム偏向を検知する方法として、受光面が  $10\ \mu\text{m}\phi$  程度と小さいものをライン状に並べて位置検出する方法でもよい。このような方法で駆動すれば、近接場観察（これは、面発光レーザ 13 の両端電圧または電流の変動をモニタして行なってもよい）と AFM 観察を同時に行なって、媒体を異なる相において多面的に観察することができる。

## 【0072】

本実施例によれば、微小突起部材を圧着するときの歩留まりが問題になることがないので、生産性の高い SNOM ヘッドなどを提供することができる。また、光検出器を一体化させているために、2 次元アレイ化した場合でも小型、軽量の SNOM ヘッドなどを提供できる。本実施例では、別の基板 21 にホトダイオードを形成して基板 1、21 同志の貼り合わせを用いているが、面発光レーザ 13 を形成した下の層に光検出器となる p-i-n 構造の  $\text{AlGaAs}/\text{GaAs}$  を成長しておいて、レバー先端にレーザと光検出器が一体化されたものでもよい。成長により光検出器を形成しない場合でも、面発光レーザ 13 の直下で対応する図 1 の基板 1 の部分を薄く残し、ここに不純物ドーピングなどで光検出器を形成し、ここへの電極配線は絶縁膜を成膜した上に適当に配する。

## 【0073】

## (第 3 実施例)

本発明による第 3 の実施例は、光情報記録装置や露光装置に適した紫外～青色（ $380\text{nm}\sim 420\text{nm}$ ）を発光させる GaN 系面発光デバイスに適用したものである。

## 【0074】

図 3 に沿って第 3 の実施例の構造を説明する。サファイア基板 30 上に、低い温度（ $500^\circ\text{C}$  程度）で成膜した AlN 低温バッファ層 31（厚さ  $1\ \mu\text{m}$ ）、n-GaN/AlGaN から成るクラッド層 32（厚さ  $0.3\ \mu\text{m}$ ）、アンドロブ

の  $\text{InGaN}/\text{AlGaIn}$  から成る多重量子井戸活性層 33、 $\text{p-AlGaIn}/\text{GaIn}$  から成るクラッド層 34（厚さ  $0.5\mu\text{m}$ ）、 $\text{p-GaIn}$  コンタクト層 40（厚さ  $0.05\mu\text{m}$ ）が MOCVD 法などで成長してある。そして、 $\text{SiO}_2/\text{MgO}$  から成る誘電体ミラー 37、38 を形成して面発光レーザとして発振できるようにしている。

## 【0075】

電極は、 $\text{n}$  側電極 36 として  $\text{n-Al/Au}$  を  $\text{n-GaIn}/\text{AlGaIn}$  から成るクラッド層 32 上に形成し、 $\text{p}$  側電極 35 として  $\text{Ni/Au}$  を  $\text{p-GaIn}$  コンタクト層 40 上に窓開けして形成している（必要なところには絶縁層 7 を形成しておく）。微小開口 41 は、誘電体ミラー 37 上に遮光層として  $\text{Au}$  などの金属 39 を形成した後にエッチングにより形成しているが、第 1 或は第 2 実施例のような方法で形成してもよい。

## 【0076】

サファイア基板 30 のエッチングは  $\text{SF}_6$  のガスを用いた RIE などにより行い、バッファ層 31 が露出したところで  $300^\circ\text{C}$  に加熱した磷酸によるウェットエッチングで平滑なクラッド層 32 を露出させる。このとき、アモルファスであるバッファ層 31 と単結晶であるクラッド層 32 のエッチングレートの差から選択エッチングが可能となる。露出したクラッド層 32 上に誘電体ミラー 38 を形成するので、レバー 14 はクラッド層 32 と誘電体 38 が積層されたものとなっている。

## 【0077】

本実施例では基板としてサファイア基板 30 を用いているが、 $\text{SiC}$  基板あるいは  $\text{GaIn}$  基板などでもよい。本実施例による SNOM ヘッドでは、光エネルギーの高い紫外光を用いることができるため、情報記録や露光を行なう装置に適用することで、効率の良い書き込みを行なうことができる。また、誘電体ミラー 37、38 であるので、作製が容易である。

## 【0078】

ところで、今までの実施例では、カンチレバーを単なる弾性体として用いていたが、圧電抵抗を形成してカンチレバーの撓み量を検出できるようにし、バイ

モルフ構造にすることで電界によってレバー本体を上下に駆動できる構造にしてもよい。こうすれば、例えば、使用時に、媒体表面に対する微小開口の位置決めが好適に調整できる。

【0079】

(第4実施例)

本発明による第4の実施例は、図9に示すように第1乃至第3実施例のSNOMヘッドを光情報記録装置に適用したものである。

【0080】

図9において、上記実施例で説明した微小開口と面発光レーザ13が一体化されたSNOMヘッド90が、半導体等の基板95で支持されたカンチレバー94（ここでは、中央がくり貫かれた台形状になっている）の先端に取り付けられ、このSNOMヘッド90から発生したエバネッセント光は、ディスク93上に形成された相変化記録媒体と相互作用し、光記録ドメイン92を形成する。

【0081】

一方、情報再生時には、面発光レーザ13への注入電流をしきい値電流付近まで落とすと、媒体の反射率によってレーザ13の発振状態が変化するので、このことを利用して情報を再生する。すなわち、光記録ドメイン92があるとエバネッセント光と記録媒体の相互作用が変化し、レーザ13への戻り光量が増大するために、発振状態が大きく変化する。しきい値近傍で戻り光量が増大するとレーザ13の状態が不安定になり、戻り光の遅延時間に応じた振動が引き起こされる。この出力変動を一体化された光検出器で読み取ることで記録情報を読み出せる。

【0082】

このようなSNOMヘッド90で光記録を行なえば、微小開口径が数10nmの場合に100Gb/in<sup>2</sup>以上の記録密度が可能となる。従来のSNOMヘッド記録装置では、小型化、アレイ化が難しく高速駆動ができなかったが、本発明により小型軽量、2次元アレイ化等が簡単になり、高速アクセスが可能となった。図9においては1つのSNOMヘッド90のみ示しているが、図5のようなマルチプローブを用いてもよい。

【0083】

また、本実施例ではディスク型の回転系を示しているが、それ以外の2次元平行移動型などでもよい。

【0084】

同様に、本発明によるSNOMヘッドを用いて近接場光学系を用いた超微細露光装置を構成することができる。任意の基板表面にホトレジストを塗布して、本発明によるSNOMヘッドアレイを2次元走査しながら、露光パターンを該レジスト上に焼き付けることができる。微細パターン用のレジストが紫外光で主に感光するように作られているので、光源として第3実施例のようにGaN系などの紫外材料を用いることが望ましい。しかし、現在、最も効率がよくハイパワーの面発光レーザはGaAs系の赤外光のため、赤外光で感光する媒体を用いて露光を行なってもよい。従来のSNOMヘッドでは高密度アレイ化が困難なため、露光パターンを形成するのに非常に時間がかかっていたが、本発明の装置により飛躍的な時間短縮が期待できる。

【0085】

なお、上記実施例では、近視野光学系用の光源装置として微小開口を設けた構造で、作用、効果を説明してきたが、微小開口を設けずに通常の光の放射モードを使って、記録再生装置、露光装置などに適用することもできる。面発光レーザの場合は放射角が数度程度と非常に小さいので、そのまま放射光を用いてもよいが、出射面にマイクロレンズ等を貼り付けて媒体表面でビームを絞る形にしてもよい。この場合、光パワーを強くできるため、上記の応用例以外に、原子や分子などの小さい粒子を光でトラップして所望の位置に移動、成長させるための光ピンセットとして利用することも可能である。

【0086】

また、上記実施例の説明では弾性体の上に面型光デバイスが載った構造となっているが、用途によっては弾性体を用いずに面発光レーザに微小開口が設けられたのみの構造でも、勿論、使うことができる。

【0087】

【発明の効果】

以上述べた如く、本発明によれば、近接場光学系に適した光導入装置が小型の弾性体上に形成されているため、アレイ化した場合にも小型、軽量で高速走査が可能な近視野光学系に適した光源装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明による第 1 実施例の近接場光学系用光源装置の斜視図 (a) と A-A' 断面図 (b) である。

【図 2】

本発明による第 2 実施例の近接場光学系用光源装置の断面図である。

【図 3】

本発明による第 3 実施例の近接場光学系用光源装置の斜視図 (a) と A-A' 断面図 (b) である。

【図 4】

本発明による 1 つのカンチレバーに複数の近接場光学系用光源装置を配置したときの斜視図である。

【図 5】

本発明による近接場光学系用光源装置を 2 次元アレイ状に配置したときの斜視図である。

【図 6】

本発明による第 1 実施例の近接場光学系用光源装置の作製プロセスを説明する図である。

【図 7】

本発明による第 2 実施例の近接場光学系用光源装置の作製プロセスを説明する図である。

【図 8】

本発明による近接場光学系用光源装置の駆動方法を説明する図である。

【図 9】

本発明による近接場光学系用光源装置を用いた光情報記録装置の概略斜視図である。

【図 1 0】

従来の近接場光学系用光源の例を示す図である。

【図 1 1】

従来の近接場光学系用光源の例を示す図である。

【図 1 2】

従来の近接場光学系用光源の例を示す図である。

【符号の説明】

- 1、2 1、3 0、9 5      基板
- 2      エッチストップ層
- 3、5      半導体多層膜ミラー
- 4、3 3      活性層
- 6      埋め込み領域（ポリイミド）
- 7、8、2 2      絶縁膜
- 9、3 5、7 3      レーザ電極兼配線
- 1 0、2 5、2 6、3 6、4 0、4 1、4 2、4 3、4 4      電極配線
- 1 1      微小開口付き微小突起部材
- 1 2、4 1、7 5      微小開口
- 1 3      面発光レーザー
- 1 4      カンチレバー
- 1 5      金属マスク兼電極
- 1 9      半導体多層膜ミラー 3 の分離用溝
- 2 0      微小突起構造体
- 2 3、2 4      ドーピング領域
- 2 8      窓領域
- 3 1      バッファ層
- 3 2、3 4      クラッド層
- 3 7、3 8      誘電体多層膜ミラー
- 3 9      遮光層
- 4 0      コンタクト層

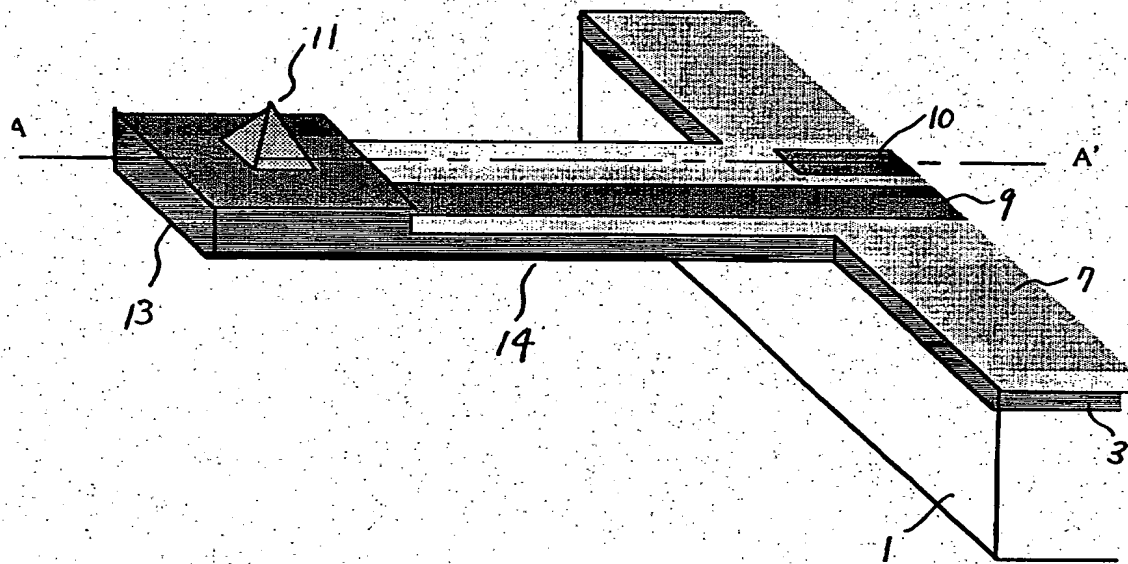


- 6 0 電極用窓
- 7 0 微小突起用成長層
- 7 1、7 4 レジスト
- 7 2 微小突起
- 8 6 基準電圧
- 9 0 SNOMヘッド
- 9 1 SNOMヘッド支持用アーム
- 9 2、2 0 9 光記録領域
- 9 3、2 0 7 光記録媒体
- 9 4 カンチレバー
- 1 0 2 開口部
- 1 0 3 光ファイバ
- 1 0 8 光導波層
- 1 0 9 金属膜
- 1 1 1 反射防止膜
- 2 0 1 半導体レーザ
- 2 0 2 光検出器
- 2 0 3 プローブ
- 2 0 4 エバネッセント光
- 2 0 6 浮上スライダー
- 2 1 0 白金膜
- 8 0 2 バッファ層
- 8 0 4、8 0 8、8 0 9 電流狭窄用半導体層
- 8 0 6 クラッド層

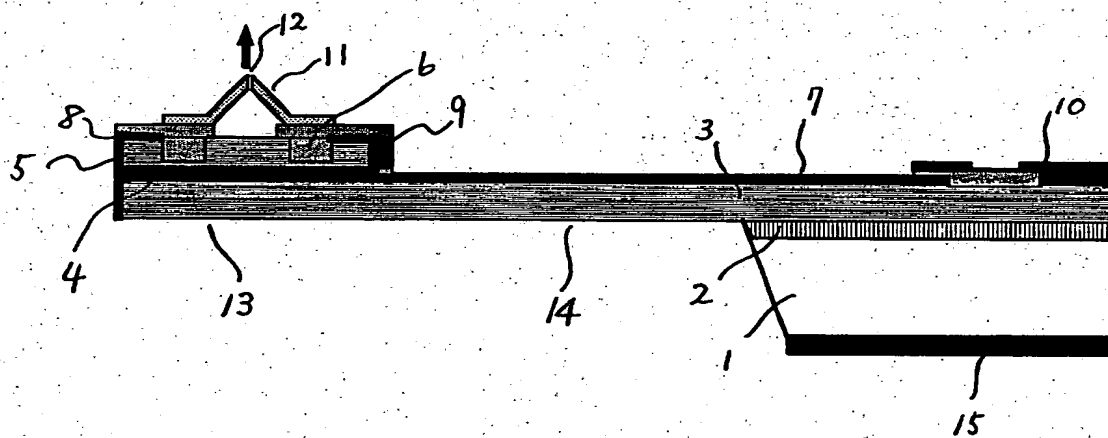
【書類名】 図面

【図 1】

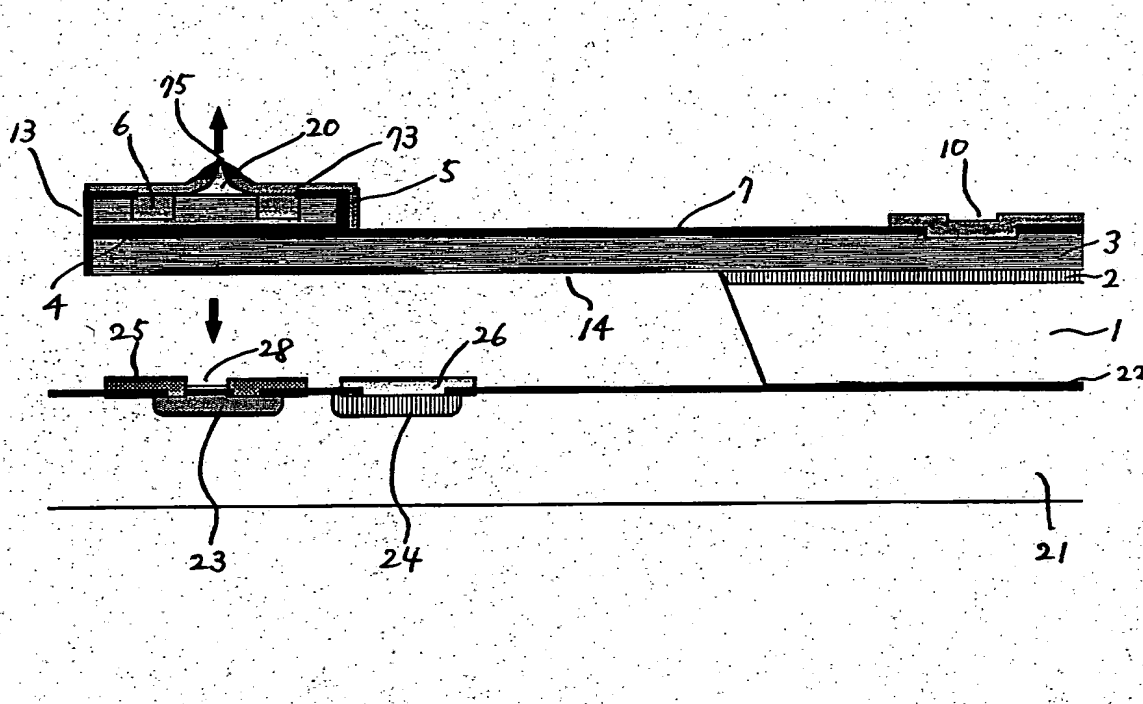
(a)



(b) A-A'断面

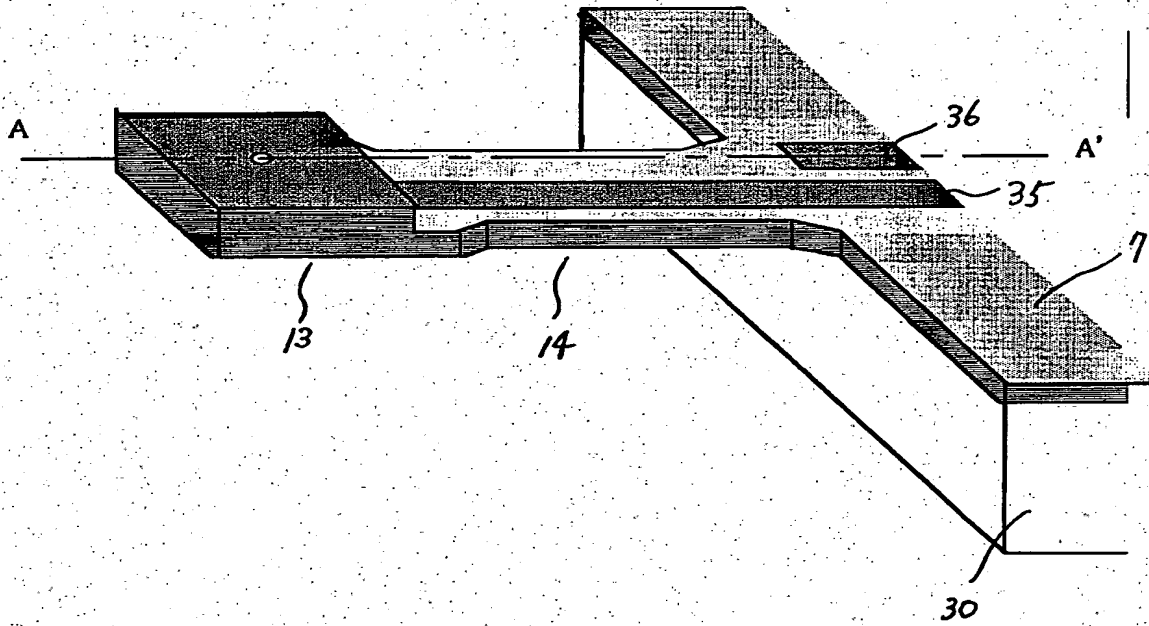


【図2】

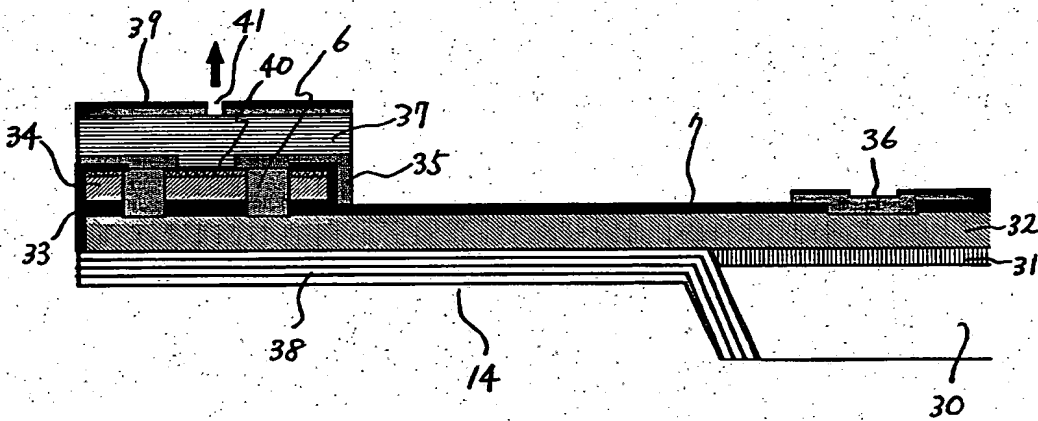


【図3】

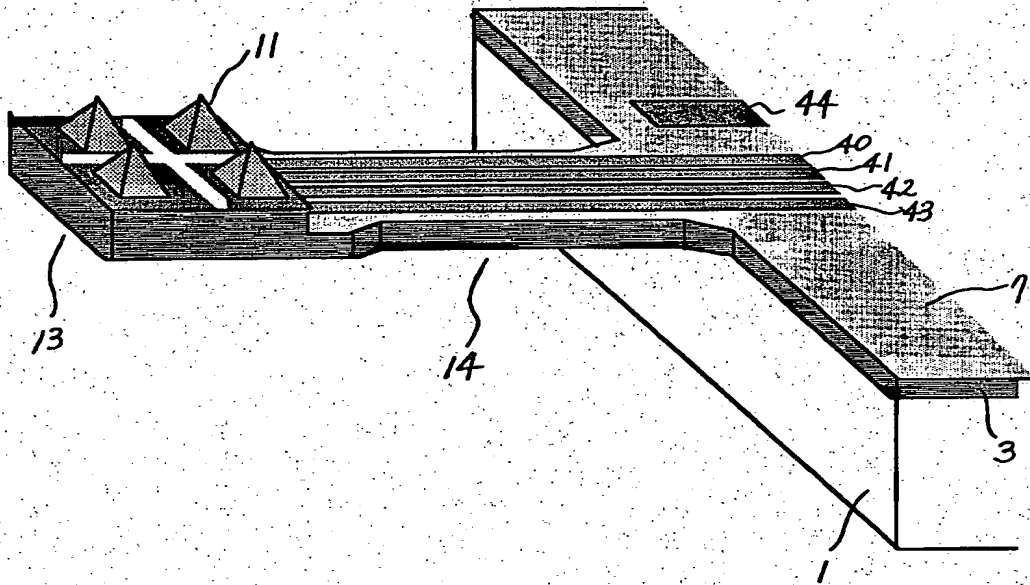
(a)



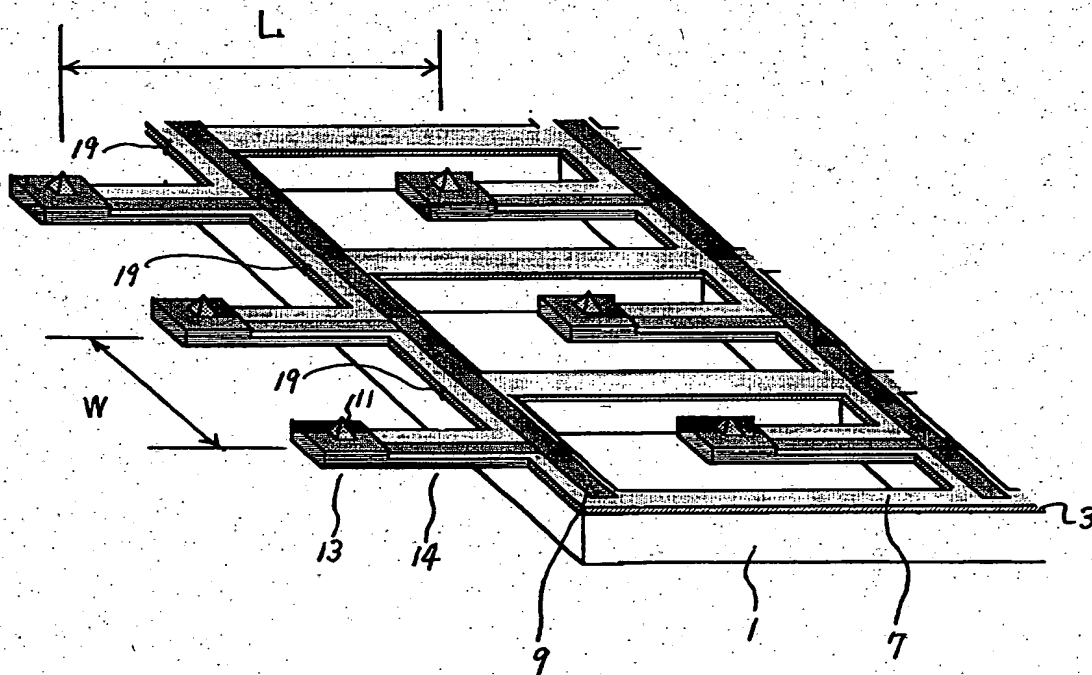
(b)



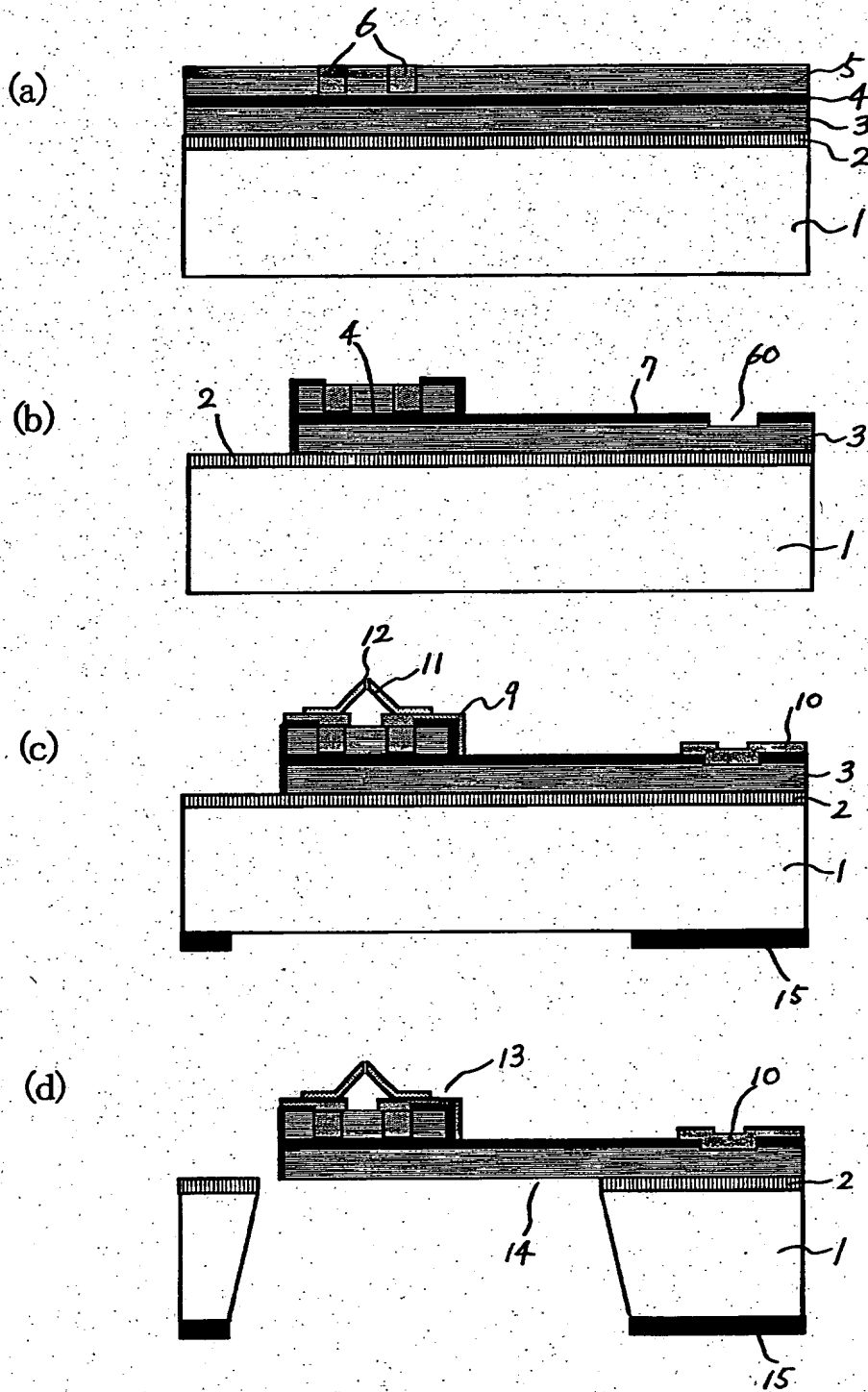
【図 4】



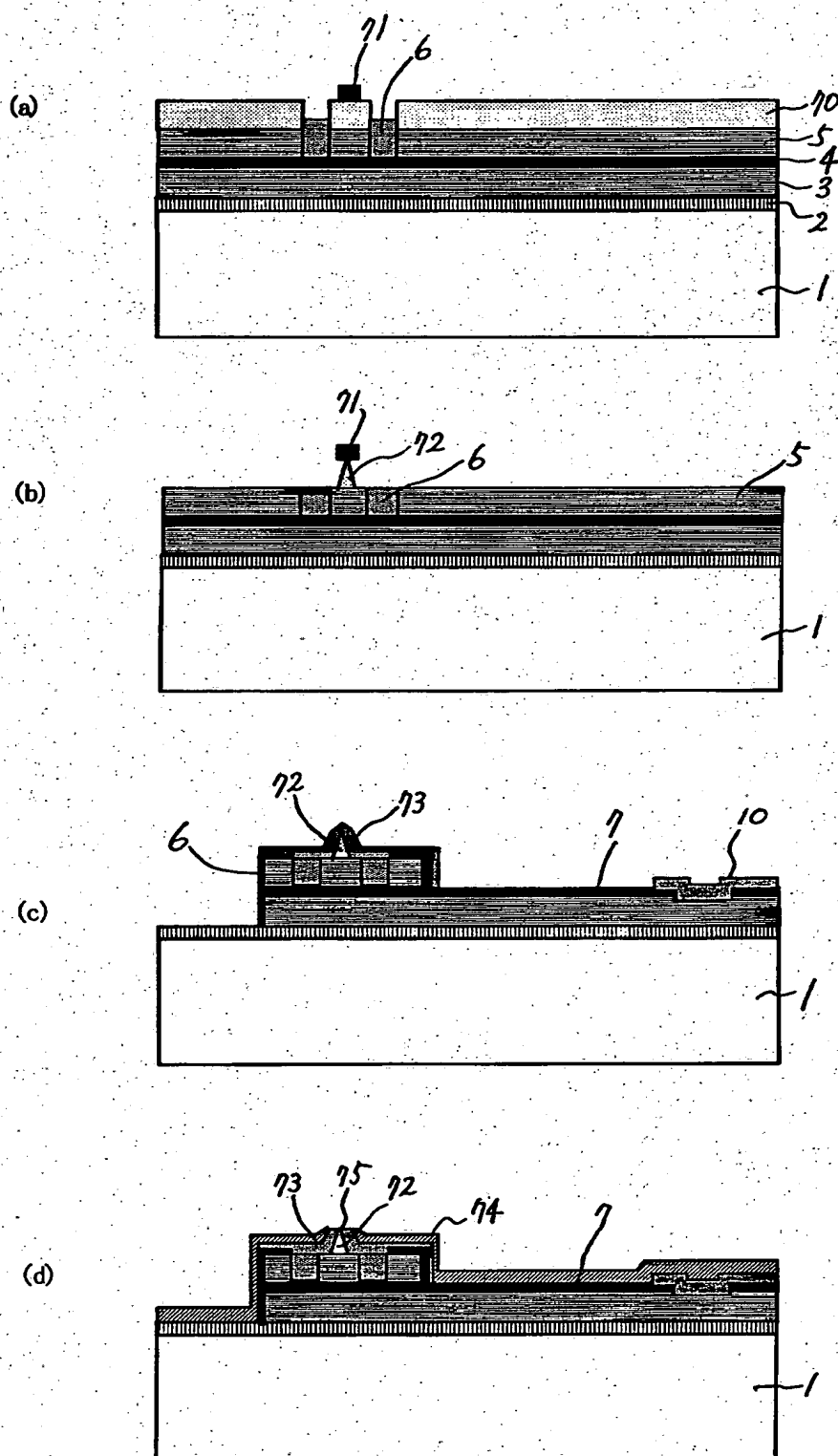
【図 5】



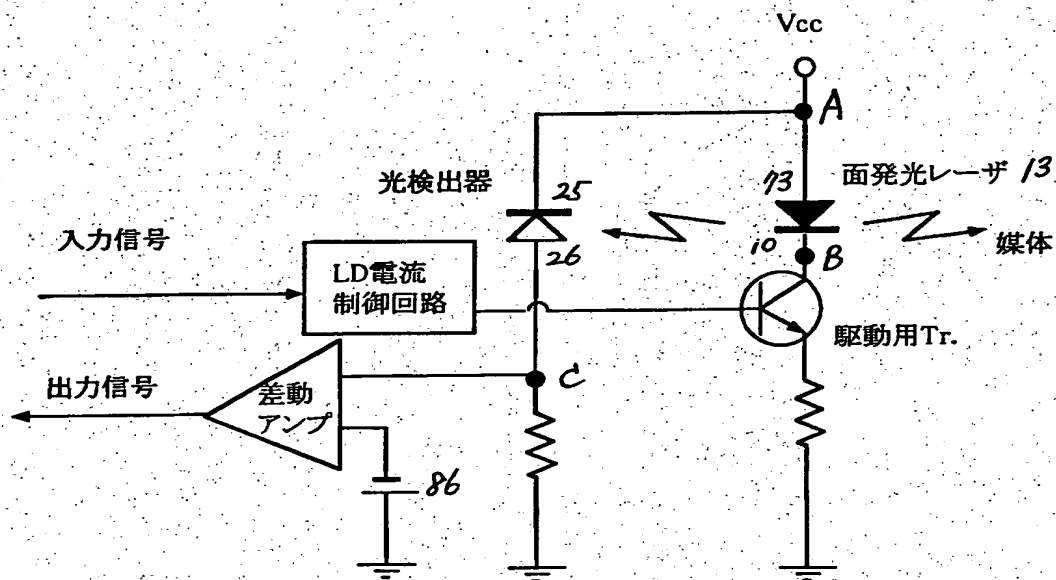
【図 6】



【图 7】

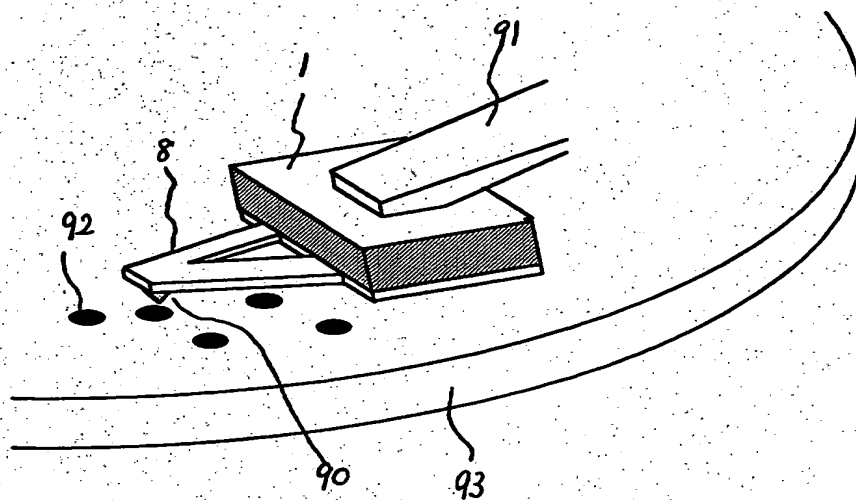


【図 8】

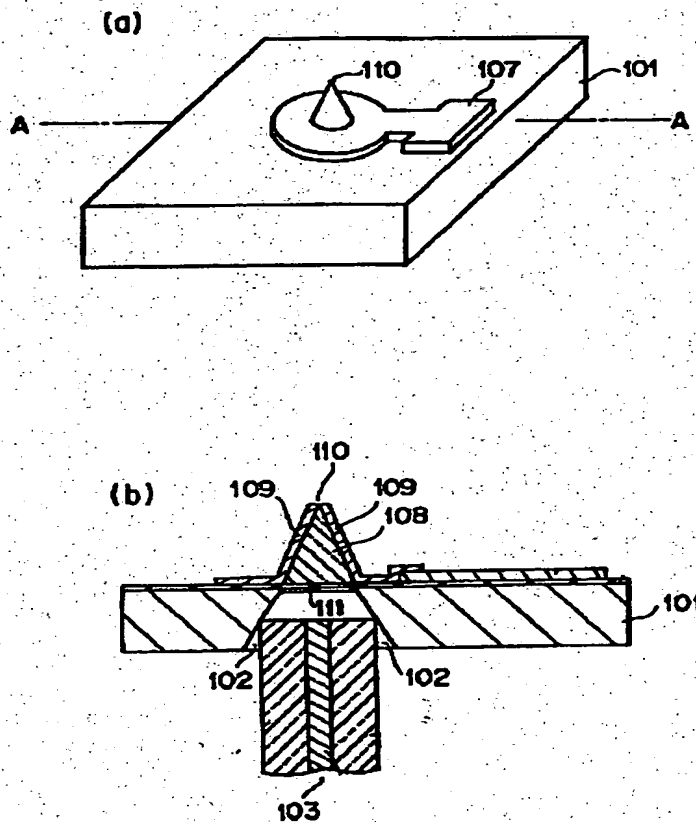




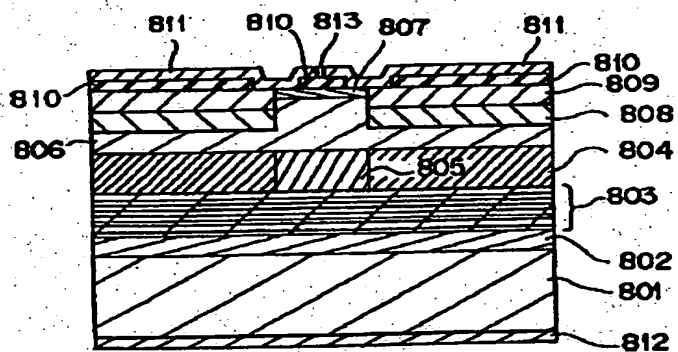
【図 9】



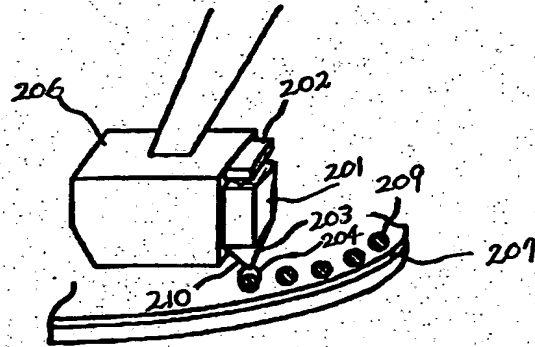
【図 10】



【図 11】



【図 12】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 光導入装置が小型の弾性体上に形成され、小型、軽量で高速走査などが可能な近視野光学系用に適した光源装置である。

【解決手段】 光源装置は、薄膜弾性体 1 4 の一部に面型光デバイス 1 3 を備え、薄膜弾性体 1 4 は、面型光デバイス 1 3 の機能層 3、4、5 を成膜した第 1 の基板 1 に支持されて且つ機能層の一部 3 を含む薄膜で構成されている。薄膜弾性体 1 4 上及び第 1 の基板 1 上に形成された電気配線 3、9、1 0 を介して面型光デバイス 1 3 が駆動される。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000001007]

1. 変更年月日 1990年 8月30日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都大田区下丸子3丁目30番2号

氏 名 キヤノン株式会社